

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-046568

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl.

H04B 10/02
H04B 10/18
H04B 10/00
H04B 10/28
H04B 10/26
H04B 10/14
H04B 10/04
H04B 10/06
H04L 25/03

(21)Application number : 06-175298

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 27.07.1994

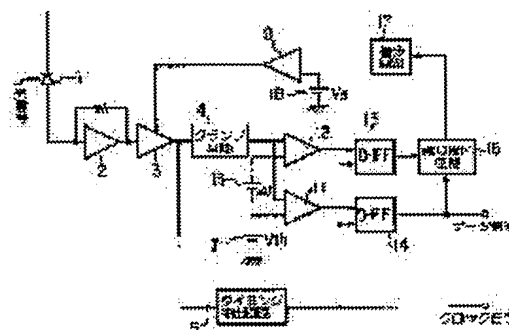
(72)Inventor : OKUBO YUSHI

(54) OPTICAL RECEPTION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To ensure the satisfactory identification and reproduction of a digital signal by suppressing the increase of an error rate despite the S/N deterioration of a received signal.

CONSTITUTION: An optical signal is converted into an electric signal by a photodiode 1 and amplified by a variable gain amplifier 3. Then the amplified signal undergoes the voltage discrimination through a comparator 11 against the discrimination reference voltage V_{th} . Thus a data signal is discriminated and reproduced. Meanwhile the signal inputted to the comparator 11 undergoes the voltage discrimination through a comparator 12 against the voltage obtained by adding the control target voltage ΔV to the voltage V_{th} . Thus a monitor signal is obtained and also the code error rate of the monitor signal is detected to the data signal by an error detection circuit 16 and an integration circuit 17. Then the gain of the amplifier 3 is controlled by an error amplifier 9 so that the amplitude of the signal inputted to the comparator 11 is changed. Thus the detected code error rate is set at a prescribed level P_e .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-46568

(43)公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

片内整理番号

FI

技術表示箇所

H O 4 B 10/02

10/18

10/00

H04B 9/00

M

B

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平6-175298

(22) 出願目

平成6年(1994)7月27日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 大久保 祐志

東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株
株式会社東芝日野工場内

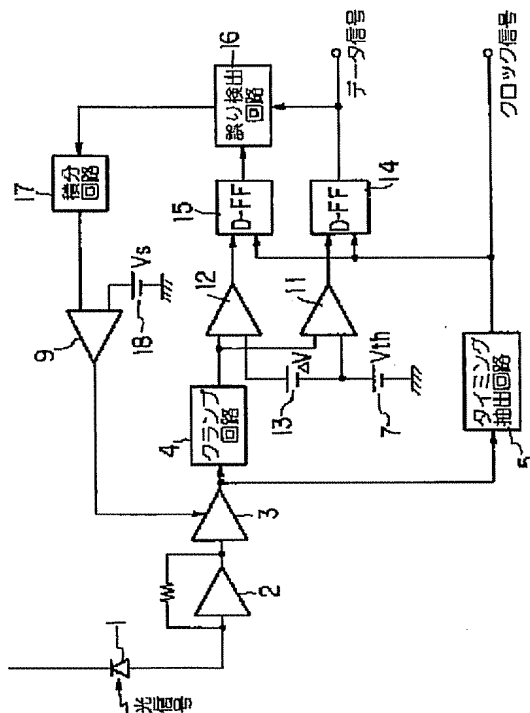
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 光受信装置

(57) 【要約】

【目的】受信信号のS/Nが悪化した場合にも誤り率の増大を抑えてディジタル信号の識別再生を良好に行うことを可能とする。

【構成】光信号をフォトダイオード１により電気信号に変換するとともに、この信号を可変利得増幅器３により増幅したのち、コンパレータ１１において識別基準電圧 V_{th} で電圧識別することにより、データ信号を識別再生する。この際、コンパレータ１１に入力される信号をコンパレータ１２において識別基準電圧 V_{th} に制御目標電圧 ΔV を上乗せした電圧で電圧識別することにより監視用信号を生成するとともに、データ信号に対する監視用信号の符号誤り率を誤り検出回路１６および積分回路１７により検出する。そしてこの符号誤り率が所定値 P_e となるべくコンパレータ１１に入力される信号の振幅を変化させるように可変利得増幅器３の利得を誤差増幅器９が制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタル信号を光のON/OFFで示してなる光信号を受信し、前記デジタル信号を再生する光受信装置において、

前記光信号を電気信号に変換する光電変換手段と、

この光電変換手段により得られた電気信号を制御信号が示す利得で増幅する可変利得増幅手段と、

この可変利得増幅手段により増幅されたのちの電気信号を所定の第1閾値で識別することにより前記デジタル信号を識別再生する識別再生手段と、

前記可変利得増幅手段により増幅されたのちの電気信号を前記第1閾値よりも所定量だけ大きな所定の第2閾値で識別することにより監視用信号を生成する監視用信号生成手段と、

前記識別再生手段で再生されたデジタル信号に対する前記監視用信号の誤り率を検出する誤り率検出手段と、この誤り率検出手段により検出される誤り率が所定の基準値に近付くように前記可変利得増幅手段の利得を制御すべく前記制御信号を発生する利得制御手段とを具備したことを特徴とする光受信装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、デジタル信号を光のON/OFFで示してなる光信号を受信し、前記デジタル信号を再生する光受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図5は従来の光受信装置の構成例を示すブロック図である。この光受信装置は、フォトダイオード1、前置増幅器2、可変利得増幅器3、クランプ回路4、タイミング抽出回路5、識別再生回路6、識別基準電圧源7、ピーク検出回路8および誤差増幅器9からなる。

【0003】 図示しない光ファイバを介して到来した光信号はフォトダイオード1に入射される。これによりフォトダイオード1は入射した光信号に応じた電流を発生する。この電流は、前置増幅器2によって電圧に変換されたのち、可変利得増幅器3で増幅される。可変利得増幅器3の出力信号はクランプ回路4により直流再生されたのちに識別再生回路6に入力される。また可変利得増幅器3の出力信号は、タイミング抽出回路5にも入力され、タイミング抽出がなされる。そしてタイミング抽出回路5で抽出された信号は、クロック信号として出力されるとともに識別再生回路6に入力される。

【0004】 識別再生回路6では、クランプ回路4から与えられる信号に対して識別基準電圧源7が発生する識別基準電圧 V_{th} による電圧識別およびタイミング抽出回路5から出力されるクロック信号によるタイミング再生がなされて、クランプ回路4から与えられる信号からデータ信号が再生される。

【0005】 さて、可変利得増幅器3の出力信号の一部

はピーク検出回路8にも入力されている。ピーク検出回路8は、可変利得増幅器3の出力信号に関してピーク検出を行い、ピーク値を示すレベルの信号を出力する。ピーク検出回路8の出力信号は、誤差増幅器9において所定の基準値との誤差成分が増幅され、可変利得増幅器3へと与えられる。これにより、可変利得増幅器3の出力振幅が常に一定のレベルになるように可変利得増幅器3の利得が制御され、AGC（自動利得制御）動作が実現されている。

【0006】 ところでクランプ回路4の出力信号は、受信信号のS/Nが良好である場合には図6に示すような波形となる。そして識別基準電圧 V_{th} は、通常は電圧識別の余裕を大きくし、符号誤り率を小さくするために、発光側（Highレベル）と非発光側（Lowレベル）との中央付近に設定される。

【0007】 しかしながら光信号は、光ファイバなどでの分散などにより劣化する場合、発光側のほうが非発光側よりも大きく劣化する。図7はこの性質を説明するための図であり、分散の大きい光ファイバ内を光伝送したときの識別再生回路6の入力における識別余裕（アイ開口）を示したものである。この図は、伝送距離がほぼ0である直結状態の場合と、伝送距離30kmの場合とのそれぞれにつき、識別基準電圧 V_{th} およびタイミング抽出クロックの位相をそれぞれ変化させた際の符号誤り率の等しい点をプロットしてグラフ化したものである。

【0008】 この図から明らかなように、光ファイバでの分散の影響が少ない直結状態ではアイ開口が広く得られているが、30km伝送後は光ファイバでの分散の影響を大きく受けてアイ開口が小さくなっている。また特に、劣化は発光側のほうが非発光側よりも大きいため、アイ開口は非発光側に寄っている。

【0009】 このようにS/Nが悪化した時のクランプ回路4の出力信号は図8に示すような波形となる。この図から明らかなように、可変利得増幅器3の出力振幅が常に一定のレベルになるようにAGCを行っていると、S/Nが悪化した時にはアイ開口が非発光側に寄ることになり、識別基準電圧 V_{th} がアイ開口の発光側にずれることになる。従って、発光側に関する識別余裕が小さくなってしまい、誤り率が大きくなってしまふ。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 以上のように従来の光受信装置では、受信信号に対して出力振幅が常に一定のレベルになるようにAGCをかけたのち、一定の識別基準電圧でデジタル信号の識別再生を行うようにしているため、受信信号のS/Nが悪化してアイ開口がずれることによって識別基準電圧が最適な値ではなくなり、誤り率が大きくなってしまふという不具合があった。

【0011】 本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、その目的とするところは、受信光信号のS/Nが悪化した場合でも、誤り率の増大を抑えてディ

デジタル信号の識別再生を良好に行うことができる光受信装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】以上の目的を達成するために本発明は、光信号を電気信号に変換する例えばフォトダイオードなどの光電変換手段と、この光電変換手段により得られた電気信号を制御信号が示す利得で増幅する例えば可変利得増幅器などの可変利得増幅手段と、この可変利得増幅手段により増幅されたのちの電気信号を例えば識別基準電圧などの所定の第1閾値で識別することにより前記デジタル信号を識別再生する、例えばコンパレータおよびD-フリップフロップからなる識別再生手段と、前記可変利得増幅手段により増幅されたのちの電気信号を前記第1閾値よりも所定量（例えば制御目標電圧）だけ大きな所定の第2閾値で識別することにより監視用信号を生成する、例えばコンパレータおよびD-フリップフロップからなる監視用信号生成手段と、前記識別再生手段で再生されたデジタル信号に対する前記監視用信号の誤り率を検出する、例えば誤り検出回路および積分回路からなる誤り率検出手段と、この誤り率検出手段により検出される誤り率が例えば誤り率設定電圧などの所定の基準値に近付くように前記可変利得増幅手段の利得を制御すべく前記制御信号を発生する、例えば誤差増幅器および誤り率設定電圧源からなる利得制御手段とを具備した。

【0013】

【作用】このような手段を講じたことにより、光電変換手段により光信号を変換して得られた電気信号は、可変利得増幅手段において制御信号が示す利得で増幅されたのち、識別再生手段にて所定の第1閾値で識別されてデジタル信号が識別再生される。このとき、前記可変利得増幅手段により増幅されたのちの電気信号は監視用信号生成手段にて前記第1閾値よりも所定量だけ大きな所定の第2閾値で識別されて監視用信号が生成されるとともに、誤り率検出手段にて、前記識別再生手段で再生されたデジタル信号に対する前記監視用信号の誤り率が検出され、この誤り率が所定の基準値に近付くように前記可変利得増幅手段の利得を制御すべく前記制御信号が利得制御手段により発生される。

【0014】従って、第2閾値で識別されて生成される監視用信号の誤り率が所定の基準値となるように識別再生手段に入力されるデジタル信号の振幅が増減される。これにより、所定の誤り率が得られる位置が第1閾値に対して一定に制御され、常に第1閾値の周囲に安定的にアイ開口が形成される。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の一実施例につき説明する。図1は本実施例に係る光受信装置の構成を示すブロック図である。なお図5と同一部分には同一符号を付してある。

【0016】この光受信装置は、フォトダイオード1、前置増幅器2、可変利得増幅器3、クランプ回路4、タイミング抽出回路5、識別基準電圧源7、誤差増幅器9、コンパレータ11、12、制御目標電圧源13、D-フリップフロップ（D-FF）14、15、誤り検出回路16、積分回路17および誤り率設定電圧源18を有してなる。

【0017】フォトダイオード1は、図示しない光ファイバを介して到来した光信号が入射する如く配置され、入射した光信号の強度に応じた電流値を有する電気信号を発生する。またフォトダイオード1は、前置増幅器2に接続されており、発生した電気信号を前置増幅器2へと与える。

【0018】前置増幅器2、可変利得増幅器3、クランプ回路4、コンパレータ11およびD-フリップフロップ14は、この記載順序と同じ順序でシリアルに接続されている。またコンパレータ11にはクランプ回路4の出力信号のほかに識別基準電圧源7が発生する識別基準電圧 V_{th} も入力されている。これら前置増幅器2、可変利得増幅器3、クランプ回路4、識別基準電圧源7、コンパレータ11およびD-フリップフロップ14は、フォトダイオード1の出力信号からデータ信号を識別再生する識別再生系をなしている。そしてD-フリップフロップ14の出力信号が、再生されたデータ信号として出力される。

【0019】タイミング抽出回路5は、可変利得増幅器3に接続されており、この可変利得増幅器3の出力信号に基づいてクロック信号を生成するクロック生成系をなしている。そしてタイミング抽出回路5は、生成したクロック信号をデータ信号のタイミングを示すクロック信号としてデータ信号と並列に出力するとともに、D-フリップフロップ14、15のそれぞれに与えている。

【0020】コンパレータ12、D-フリップフロップ15、誤り検出回路16、積分回路17および誤差増幅器9は、この記載順序と同じ順序でシリアルに接続されている。コンパレータ12には、クランプ回路4の出力信号および制御目標電圧源13が発生する制御目標電圧 ΔV と識別基準電圧源7が発生する識別基準電圧 V_{th} との和がそれぞれ入力されている。誤り検出回路16には、D-フリップフロップ15の出力信号のほかに、D-フリップフロップ14の出力信号も入力されている。誤差増幅器9には、積分回路17の出力信号のほかに、誤り率設定電圧源18が発生する誤り率設定電圧 V_s が入力されている。これら誤差増幅器9、コンパレータ12、D-フリップフロップ15、誤り検出回路16、積分回路17および誤り率設定電圧源18は、可変利得増幅器3の利得を制御する制御系をなしている。

【0021】次に以上のように構成された光受信装置の動作を説明する。図示しない光ファイバを介して到来した光信号は、フォトダイオード1において電流に変換さ

れる。この電流は、前置増幅器2によって電圧に変換されたのち、可変利得増幅器3で増幅される。可変利得増幅器3の出力信号はクランプ回路4により直流再生されたのちにコンパレータ11に入力される。また可変利得増幅器3の出力信号は、タイミング抽出回路5にも入力され、タイミング抽出がなされる。そしてタイミング抽出回路5で抽出された信号は、クロック信号として出力される。

【0022】コンパレータ11では、クランプ回路4から与えられる信号に対して識別基準電圧源7が発生する識別基準電圧 V_{th} による電圧識別を行い、識別結果を示す信号をDフリップフロップ14へと出力する。Dフリップフロップ14では、コンパレータ11の出力信号に対してタイミング抽出回路5から出力されるクロック信号によるタイミング再生を行う。これによりDフリップフロップ14からは、クロック信号に同期したデータ信号が出力される。

【0023】ところで以上のようにしてデータ信号の再生がなされているとき、コンパレータ12およびDフリップフロップ15においても、コンパレータ11およびDフリップフロップ14と同様にして電圧識別およびタイミング再生が行われている。ただし、コンパレータ12には、識別基準電圧源7が発生する識別基準電圧 V_{th} に制御目標電圧源13が発生する制御目標電圧 ΔV を上乗せした電圧 $V_{th} + \Delta V$ が入力されており、コンパレータ11の場合とは異なる電圧での電圧識別が行われる。なお以下においては、このコンパレータ12で生成される信号を監視用信号と称する。

【0024】このようにコンパレータ11とコンパレータ12とでは、電圧識別の基準電圧が異なるので、Dフリップフロップ14から出力されるデータ信号とDフリップフロップ15から出力される監視用信号との間には部分的に不一致が生じる。そこで誤り検出回路16は、Dフリップフロップ14から出力されるデータ信号とDフリップフロップ15から出力される監視用信号とを比較し、図2に示すように両信号が不一致であるときにエラーパルスを出力する。この誤り検出回路16の出力信号は積分回路17において平均化され、差動増幅器9に入力される。積分回路17の出力信号は、エラーパルスの発生率、すなわちデータ信号に対する監視用信号の符号誤り率に比例する電圧レベル V_e を有した信号となる。

【0025】誤差増幅器9では、積分回路17の出力信号の電圧レベルと誤り率設定電圧源18が発生する誤り率設定電圧 V_s との差分に相当する電圧レベルの信号が出力される。この誤差増幅器9の出力信号は、制御信号として可変利得増幅器3に与えられ、積分回路17の出力信号の電圧レベルが誤り率設定電圧源18が発生する誤り率設定電圧 V_s に一致するように可変利得増幅器3の利得が制御される。なお誤り率設定電圧 V_s は、所定

の符号誤り率 P_e に相当する値に設定されている。

【0026】このようにして、データ信号に対する監視用信号の符号誤り率を所定の符号誤り率 P_e とするようにAGCがかけられる。続いて、AGCの動作をより具体的に説明する。

【0027】まず識別基準電圧 V_{th} は、クランプ回路4の出力信号の振幅がコンパレータ11が電圧識別を行うのに最適な振幅（例えば図5に示した従来の光受信装置におけるAGCの目標振幅に相当）であるときにおける発光側レベルと非発光側レベルとの中央付近に設定する。これにより、フォトダイオード1により受信された光信号の S/N が良好であるときには、例えば図3に示すようにコンパレータ11での識別余裕は大きく、データ信号はエラーフリーとなる。

【0028】これに対して、電圧 $V_{th} + \Delta V$ が発光側レベルと非発光側レベルとの中央付近からずれていることになるので、監視用信号には符号誤りがデータ信号よりも多く発生する。しかし、 S/N が良好であるときには、電圧 $V_{th} + \Delta V$ が発光側レベルと非発光側レベルとの中央付近から若干ずれていても十分な識別余裕があるので、符号誤りは生じにくい。従って、所定の符号誤り率 P_e の符号誤りを生じさせるには、クランプ回路4の出力信号における電圧振幅の上端、すなわち発光側レベルと電圧 $V_{th} + \Delta V$ とが近付く傾向となる。かくして、クランプ回路4の出力信号が例えば図3に示す状態となるように、すなわち発光側レベルが電圧 $V_{th} + \Delta V$ に近くなるように可変利得増幅器3の利得が制御される。

【0029】一方、フォトダイオード1により受信された光信号の S/N が悪化しているときには、電圧 $V_{th} + \Delta V$ が識別基準電圧 V_{th} よりも高レベルであるために、 S/N が良好であるときとの符号誤り率の増加率はデータ信号よりも監視用信号の方が大きい。このためデータ信号に対する監視用信号の符号誤り率は増大する傾向にあり、所定の符号誤り率 P_e の符号誤りを生じさせるには、クランプ回路4の出力信号における発光側レベルと電圧 $V_{th} + \Delta V$ とが S/N 量高次に比較して離れる傾向となる。かくして、クランプ回路4の出力信号が例えば図4に示す状態となるように、すなわち発光側レベルが電圧 $V_{th} + \Delta V$ から離れるように可変利得増幅器3の利得が制御される。

【0030】このように、 S/N が悪化するにつれて可変利得増幅器3の利得が上昇されて行く。従って S/N に応じて発光側レベルが変化するが、これによって符号誤り率が P_e となる振幅が一定に制御されることになり、アイ開口の振幅を一定に制御できる。これにより、識別基準電圧 V_{th} をアイ開口の一定位置（特に制御目標電圧 ΔV を最適に設定することによりアイ開口中央付近）に固定しておくことができ、データ信号の符号誤り率が上昇してしまうことを防止できる。

【0031】なお本発明は上記実施例に限定されるもの

ではない。例えば上記実施例では、識別基準電圧 V_{th} を、クランプ回路 4 の出力信号の振幅がコンパレータ 11 が電圧識別を行うのに最適な振幅であるときにおける発光側レベルと非発光側レベルとの中央付近に設定しているが、発光側または非発光側に偏るように設定しても良い。このほか、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形実施が可能である。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、光信号を電気信号に変換する例えばフォトダイオードなどの光電変換手段と、この光電変換手段により得られた電気信号を制御信号が示す利得で増幅する例えば可変利得増幅器などの可変利得増幅手段と、この可変利得増幅手段により増幅されたのちの電気信号を例えば識別基準電圧などの所定の第 1 閾値で識別することにより前記デジタル信号を識別再生する、例えばコンパレータおよび D-フリップフロップからなる識別再生手段と、前記可変利得増幅手段により増幅されたのちの電気信号を前記第 1 閾値よりも所定量（例えば制御目標電圧）だけ大きな所定の第 2 閾値で識別することにより監視用信号を生成する、例えばコンパレータおよび D-フリップフロップからなる監視用信号生成手段と、前記識別再生手段で再生されたデジタル信号に対する前記監視用信号の誤り率を検出する、例えば誤り検出回路および積分回路からなる誤り率検出手段と、この誤り率検出手段により検出される誤り率が例えば誤り率設定電圧などの所定の基準値に近付くように前記可変利得増幅手段の利得を制御すべく前記制御信号を発生する、例えば誤差増幅器および誤り率設定電圧源からなる利得制御手段とを具備したことにより、受信光信号の S/N が悪化した場合でも、誤り率の増大を抑えてデジタル信号の識別再生を良好に行うことができる光受信装置となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例に係る光受信装置の構成を示

すブロック図。

【図 2】図 1 中の誤り検出回路 16 および積分回路 17 の動作を説明する図。

【図 3】図 1 中のフォトダイオード 1 により受信された光信号の S/N が良好であるときにおけるクランプ回路 4 の出力信号波形の一例を示す図。

【図 4】図 1 中のフォトダイオード 1 により受信された光信号の S/N が悪化しているときにおけるクランプ回路 4 の出力信号波形の一例を示す図。

【図 5】従来の光受信装置の構成例を示すブロック図。

【図 6】図 5 中のクランプ回路 4 の受信信号の S/N が良好である場合の出力信号の一例を示す図。

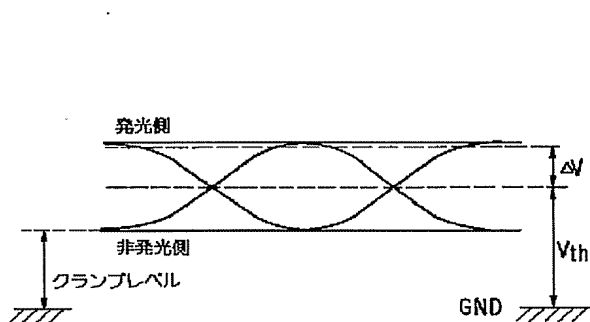
【図 7】分散の大きい光ファイバ内を光伝送したときの識別再生回路 6 の入力における識別余裕（アイ開口）を示す図。

【図 8】図 5 中のクランプ回路 4 の受信信号の S/N が悪化している場合の出力信号の一例を示す図。

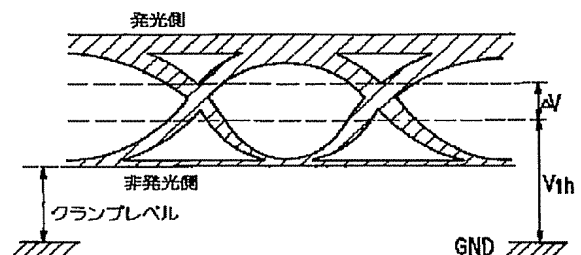
【符号の説明】

- 1…フォトダイオード
- 2…前置増幅器
- 3…可変利得増幅器
- 4…クランプ回路
- 5…タイミング抽出回路
- 7…識別基準電圧源
- 9…誤差増幅器
- 11…コンパレータ
- 12…コンパレータ
- 13…制御目標電圧源
- 14…D-フリップフロップ（D-FF）
- 15…D-フリップフロップ（D-FF）
- 16…誤り検出回路
- 17…積分回路
- 18…誤り率設定電圧源

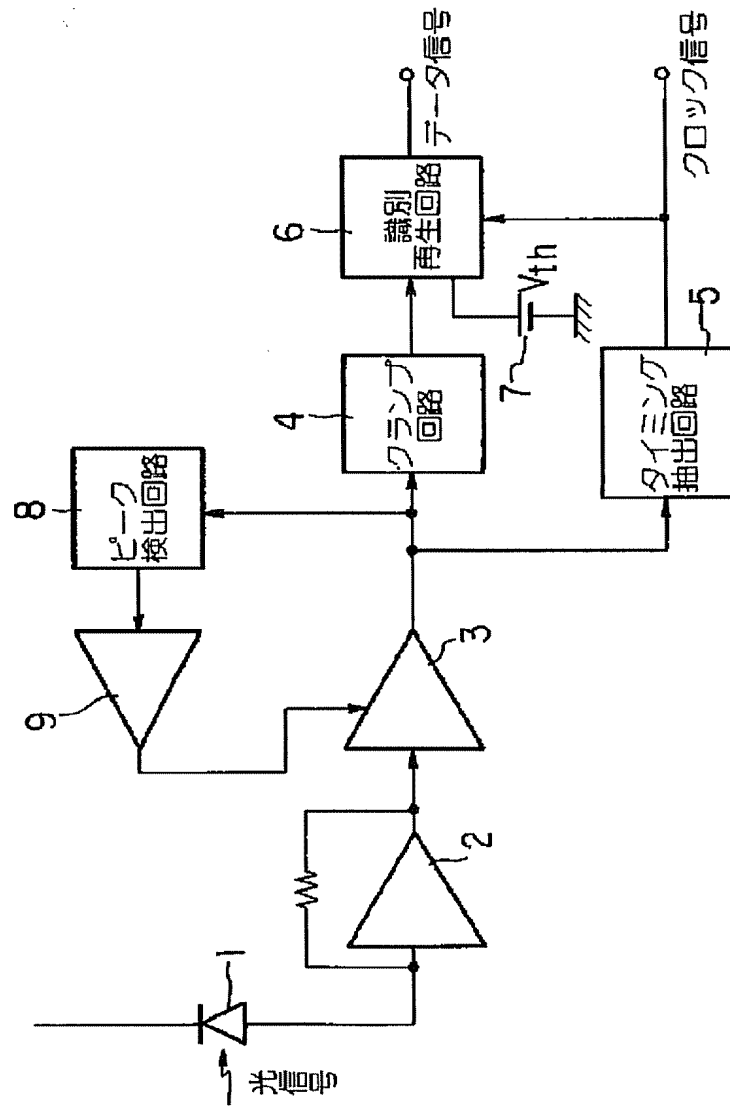
【図 3】



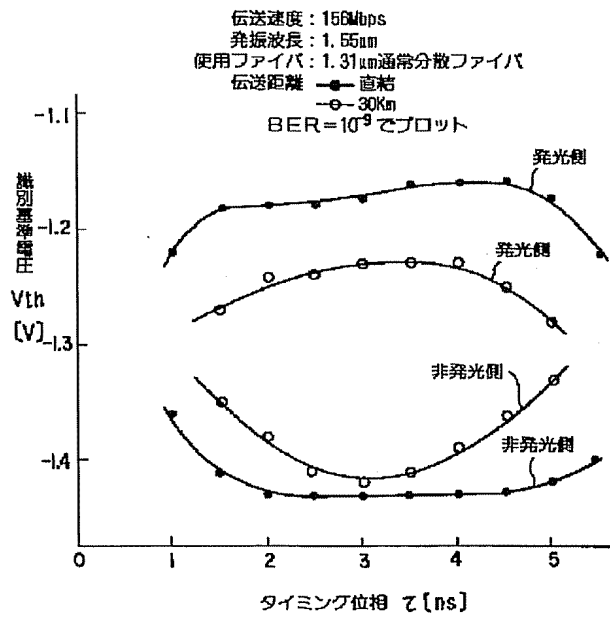
【図 4】



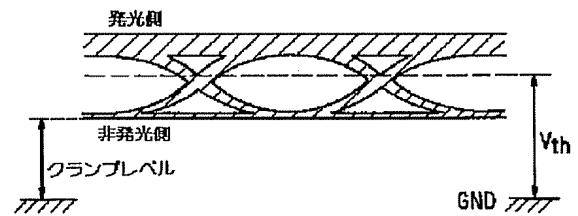
【図5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H O 4 B 10/28

10/26

10/14

10/04

10/06

H O 4 L 25/03

D 9199-5K

H O 4 B 9/00

Y

